

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑪ **DE 39 19 329 C 1**

⑤ Int. Cl. 5:  
**F04B 21/04**  
F 04 B 1/12  
F 18 J 1/00

21) Aktenzeichen: P 39 19 329.2-15  
22) Anmeldestag: 13. 6. 89  
43) Offenlegungstag: —  
45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 12. 90

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden**

73 Patentinhaber:

74 Vertreter:  
Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K.,  
Dipl.-Ing.; Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.;  
Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.; Melzer, W., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

72) Erfinder:

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 04 424 C1  
DE-GM 71 08 800

## 54 Kolben für Axialkolbenmaschinen

Ein Kolben (1) für Axialkolbenmaschinen, der als Hohlkörper mit einem axialen Hohlraum (4) ausgebildet ist, in den ein Einsatzstück (6) eingesetzt und mittels eines dessen äußere Stirnfläche übergreifenden Umschlags (8) der das Einsatzstück (6) umgebenden Wand (11) des Hohlkörpers axial gesichert ist, ist so auszustalten, daß bei Gewährleistung einer einfachen und kostengünstigen Herstellung eine stabile Halterung des Füllstücks sowie stabile Ausgestaltung des Schaftes des Kolbens erreicht wird. Dies wird dadurch erreicht, daß der Umschlag (8) durch Einpressen der länger als endgültig bemessenen Wand (11) des Hohlkörpers in mehrere einander gegenüberliegende Ausnehmungen oder in eine Ring-Ausnehmung (12) des Einsatzstücks (6) und Ablängen des so gestalteten Kolbens (1) etwa im Bereich der Ausnehmungen oder der Ring-Ausnehmung (12) gebildet ist.

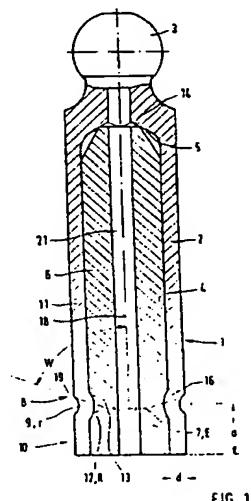


FIG. 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solcher, allgemein mit Leichtkolben bezeichneter Kolben ist in dem DE-GM 71 08 800 beschrieben und dargestellt. Bei dieser bekannten Ausgestaltung ist das Füllstück durch eine Einbördelung eines das freie Ende des Füllstücks überragenden Abschnitts der Wand des Hohlkörpers gegen die Stirnfläche des Füllstücks gebildet. Die hierdurch erreichte Festigkeit der axialen Halterung des Füllstücks zwischen dem Grund des Hohlräums und der Einbördelung ist unzureichend, weil zum einen die Einbördelung nach dem Einbördeln etwas zurückfedert, und zum anderen die Einbördelung aufgrund des Vorhandenseins einer sich beim Einbördeln einstellenden verhältnismäßig langen Krümmung die Einbördelung einem verhältnismäßig langen Hebelarm gleicht, dessen axiale Spannkraft verhältnismäßig gering ist. Infolgedessen ist das angestrebte Ziel, das Füllstück mit einer gewissen, von der Einbördelung ausgeübten Spannung gegen den Grund des Hohlräums vorzuspannen, nicht erreichbar.

Gemäß Patentschrift DE 38 04 424 C1 hat die Anmelderin bereits vorgeslagen, das Füllstück im Hohlkörper per durch zusätzliche Eindrückungen zu sichern, die im mittleren Längsbereich des Kolbens angeordnet sind und durch Eindrücken der Wand des Hohlkörpers in darunter befindliche Ausnehmungen im Füllstück gebildet sind. Zusätzlich ist am freien Ende des Kolbens ein das Füllstück axial überragender Abschnitt der Wand des Hohlkörpers gegen die Stirnseite des Füllstücks eingeklemmt, wodurch hauptsächlich die Stirnwand des aus leichterem und in der Regel weicherem Material vor Kavitation geschützt werden soll. Bei dieser bekannten Ausgestaltung ergibt sich zwar eine stabile Halterung des Füllstücks im Hohlkörper, jedoch besteht die Gefahr, daß insbesondere bei einer verhältnismäßig dünnen Hohlräumwand der Kolben zu SpannungsrisSEN und zum Bruch im Bereich der Eindrückungen neigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben der eingangs angegebenen Art so auszustalten, daß bei Gewährleistung einer einfachen und kostengünstigen Herstellung eine stabile Halterung des Füllstücks sowie stabile Ausgestaltung des Schaftes des Kolbens erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung weist der Umschlag im Gegensatz zur bekannten Umbördelung einen konkav gerundeten Wandverlauf auf, wodurch der Umschlag aufgrund von Selbststützung eine verhältnismäßig große Eigenstabilität aufweist, so daß er eine verhältnismäßig große, gegen die Stirnfläche des Füllstücks wirksame Spannkraft aufzubringen vermag und somit das Füllstück ohne die Gefahr einer axialen Lockerung im Hohlräum des Hohlkörpers zu sichern vermag. Da bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung die durch den erfindungsgemäßen Umschlag vorgegebene Einschnürung des Querschnitts des Kolbens sich am freien Ende des Kolbenschafts befindet, ist die Gefahr von SpannungsrisSEN oder eines Bruchs des Kolbens ausgeschlossen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung, die zu einer stabilen Haltung bzw. Sicherung des Füllstücks im Kolben und zu einer leichten Ausführung des Kolbens bei Gewährleistung einer guten Funktion beitragen, sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen erfindungsgemäß ausgestalteten Kolben 5 im Axialschnitt;

Fig. 2 einen erfindungsgemäß ausgestalteten Kolben im Axialschnitt als zweites Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 den Faserverlauf bei einer Umbördelung am Kolben als Einzelheit in vergrößerter Darstellung;

10 Fig. 4 den Faserverlauf bei einer Einrollung am Kolben in vergrößerter Darstellung.

Die in den Figuren allgemein mit 1 bezeichneten Kolben bestehen jeweils aus einem Kolbenschaft 2 und einem kugelförmigen Kolbenkopf 3. Im Kolbenschaft 2 15 runden Querschnitts erstreckt sich von dessen freien Ende ein sacklochförmiger Hohlräum 4, dessen Grund mit 5 bezeichnet ist. Der Kolbenschaft 2 ist somit ein Hohlkörper. Im Hohlräum 4 ist ein Füllstück 6 eingesetzt, das den Hohlräum 4 gemäß Fig. 1 weitgehend 20 ausfüllt, am Grund 5 des Hohlräums 4 anliegt und sich im wesentlichen bis zum mit 7 bezeichneten freien Ende des Kolbens 1 erstreckt. Das Füllstück 6 besteht aus einem Material mit einem gegenüber dem Material des Hohlkörpers 2 geringeren spezifischen Gewicht, wodurch erreicht wird, das Gewicht bzw. die Masse des Kolbens 1 wesentlich zu verringern. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 besteht das Füllstück 6 aus einer Aluminiumlegierung.

Zur axialen Sicherung des möglichst spielfrei, z.B. 30 durch Pressen oder mit einer nur geringen Toleranz in dem im Querschnitt kreisrunden Hohlräum 4 eingesetzten, ebenfalls kreisrunden Füllstücks 6 ist ein mit 8 bezeichnete Umschlag vorgesehen, der durch eine Einrollung 9 der Wand 11 des Kolbenschaftes 2 gebildet ist.

35 Der Umschlag 8 befindet sich am freien Ende 7 des fertigen Kolbens 1, und er kann sich in eine Ausnehmung bzw. Ringnut 12 im Füllstück 6 erstrecken, oder sie kann auch in die Oberfläche des Füllstücks 6 unter Verformung zu einer Ringnut 12 eingerollt bzw. eingewalzt sein. In beiden Fällen ergibt sich bei einer gerundeten Einrollung 9 ein im Vergleich zum Krümmungsradius  $r$  der Einrollung 9 der Wanddicke  $d$  des Kolbenschaftes 2 entsprechende Vergrößerung des Krümmungsradius  $R$  der Ringnut 12.

40 Sofern eine Ringnut 12 von vorneherein vorgesehen ist, ist es vorteilhaft, die Ringnut 12 bezüglich der Einrollung 9 zum freien Ende 7 hin geringfügig zu versetzen, so daß die Einrollung 9 gegen die dem freien Ende 7 abgewandte Flanke 13 der Ringnut 12 drückt und dadurch das Füllstück 6 ggf. auch unter Verformung der Flanke 13 mit seiner inneren Stirnseite 14 gegen den Grund 5 des Hohlräums 4 drückt und somit verspannt. Nach dem Anbringen der Einrollung 9, die sich in einem 45 geringen Abstand a vom freien Ende 7.1 des vorgefertigten Kolbens 1 befindet, wird der Kolben 1 im Bereich der Einrollung 9 so abgelängt, daß ein dem freien Ende 7 abgewandter Teil 16 der Einrollung 9 am Kolben 1 verbleibt und die Halterungs- bzw. Sicherungsfunktion für das Füllstück 6 übernimmt.

45 Die Trennebene E bzw. das endgültige freie Ende 7 des Kolbens 1 erstreckt sich vorzugsweise etwa in der dem Kolbenkopf 3 abgewandten Hälfte der Einrollung 9. Dabei ist es vorteilhaft, die Stirnfläche am freien Ende 7 gerundet oder kegelstumpfförmig zu gestalten, wobei 50 die Kegelfläche mit der Längsachse 18 des Kolbens 1 einen spitzen Winkel  $w$  einschließt und vorzugsweise an der inneren Ecke 19 der Einrollung 9 oder in einem geringen, nach außen gerichteten Abstand  $c$  davon am

Umfang des Kolbenschaftes 2 ausläuft.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Kolben 1 eine koaxial durchgehende Schmierbohrung 21 auf, die sich somit auch im Füllstück 6 erstreckt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 wird anstelle eines Füllstücks ein Verschluß bzw. Einsatzstück 6.1 verwendet, das am freien Ende 7 des Kolbens einen den Hohlraum 4 ausfüllenden Kopf 22 aufweist, von dem sich axial nach innen ein im Durchmesser deutlich verjüngter zylindrischer Hals 23 erstreckt, der mit seinem inneren Ende in den im Kolbenhals und im Kolbenkopf 3 sich erstreckenden Schmierbohrungsabschnitt 25 mit einem verjüngten Abschnitt 26 einfaßt, wobei eine durch die Verjüngung gebildete Schulter 27 im Bereich des freien Endes des Halses 23 am Grund 5 des Hohlraums 2 anliegt, wodurch das Einsatzstück 6.1 gegen eine Verschiebung nach innen gesichert ist. Die Länge 1 des Kopfes 22 beträgt nur einen Bruchteil der Länge L des Kolbenschaftes 2.

Außerdem weist der Kopf 22 des Einsatzstücks 6.1 im Bereich der Einrollung 9 eine Bohrungserweiterung 28 auf, die von einer hohlzylindrischen Wand 29 mit der Dicke e umgeben und aufgrund ihrer verhältnismäßig geringen Dicke e einbiegbar ist. Beim Anbringen der Einrollung 9 wird diese Wand 29 eingebogen, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, und wodurch für den durch die Einrollung 9 gebildeten Umschlag 8 ein Hintergriff gebildet ist.

Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, ein verhältnismäßig kurzes Einsatzstück 6.1 an einer in Fig. 2 angedeuteten Innenstufe 11.1 der Wand 11 anliegen zu lassen, wodurch der Hals 23 entfallen kann.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Bohrungserweiterung 28 in der durch die Einrollung 9 gehende Trennebene E angeordnet, wobei am freien Ende der Kolbenschaftverlängerung 10 ein gegenüber der Wand 29 stufenförmig verdickter Wandabschnitt 31 vorhanden ist.

Wie Fig. 4 deutlich erkennen läßt, verläuft im Bereich der Einrollung 9 die Wand 11 des Kolbenschaftes 2 bzw. die dargestellten und mit 32 bezeichneten Materialfaser konkav, wobei beim Einrollen in Richtung der mit dem Pfeil 33 bezeichneten Einrollkraft divergierende Kraftkomponenten 34 ergeben, die das Material seitlich drücken bzw. quetschen. Dabei ist aufgrund der konkaven Formgebung und auch gegenseitiger Abstützung ein Zurückfedern der Flanken der Einrollung 9 weitgehend verhindert.

Wie aus Fig. 3 deutlich zu entnehmen ist, findet bei einer an sich bekannten Umbördelung 41 eine solche Abstützung gegen ein Zurückfedern nach dem Einbördeln nicht statt. Im Gegenteil, aufgrund der Krümmung K der Umbördelung 41 ergibt sich für diese ein verhältnismäßig langer Hebelarm, wodurch das Zurückfedern nach dem Umbördeln sogar erleichtert wird. Außerdem werden bei einer Umbördelung 41 bei der Nachbearbeitung des Kolbens 1 die kaltverfestigten Randfasern 42 einer Bearbeitungszugabe abgetragen, wenn der Kolben 1 auf die mit K1 bezeichnete Kolbenkontur abgetragen wird.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung gemäß Fig. 4 werden dagegen im Bereich der Einrollung 9 die Materialfasern 43 durch die Stirnseite des Kolbens 1 bzw. Trennfläche quer durchtrennt, so daß die Vorspannung erhalten bleibt.

Bei allen vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen erfolgt die Herstellung des Kolbens 1 in groben Zügen folgendermaßen.

Herstellen des Kolbenschaftes 2 mit Kolbenkopf 3 einschließlich des sich ergebenden Schmierbohrungsabschnitts und des Füllstücks 6 bzw. Einsatzstücks 6.1 ebenfalls mit dem zugehörigen Schmierbohrungsabschnitt. Einsetzen oder Einpressen des Füllstücks 6 bzw. Einsatzstücks 6.1 in den Hohlraum 4 des Kolbenschaftes 2. Einrollen der Einrollung 9. Ablängen des Kolbens 1 in der Trennebene E. Ggf. Anbringen der kegelstumpfförmigen Stirnfläche. Überarbeiten (Drehen, Schleifen) der Mantelfläche des Kolbenschaftes 2 und ggf. der Stirnfläche an dessen freien Ende sowie des Kolbenkopfes 2.

Bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 2 weist das Füllstück 6.1 aufgrund der vorhandenen Aussparung bzw. aufgrund seiner Kürze ein gegenüber einem gleichen Füllstück aus Vollmaterial verringertes Gewicht auf. Deshalb braucht ein solches ausgespartes Füllstück 6.1 nicht aus einem Leichtmaterial wie z.B. Aluminium oder Kunststoff bestehen, sondern es kann auch von gleichem Material sein wie der Kolbenschaft 2.

#### Patentansprüche

1. Kolben (1) für Axialkolbenmaschinen, der als Hohlkörper mit einem axialen Hohlraum (4) ausgebildet ist, in den ein Einsatzstück (6) eingesetzt und mittels eines dessen äußere Stirnfläche übergreifenden Umschlags (8) der das Einsatzstück (6) umgebenden Wand (11) des Hohlkörpers axial gesichert ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Umschlag (8) durch Einpressen der länger als endgültig bemessenen Wand (11) des Hohlkörpers in mehrere einander gegenüberliegende Ausnehmungen oder in eine Ring-Ausnehmung (12) des Einsatzstücks (6) und Ablängen des so gestalteten Kolbens (1) etwa im Bereich der Ausnehmungen oder der Ring-Ausnehmung (12) gebildet ist.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen oder die Ring-Ausnehmung (12) vorgefertigt oder beim Einpressen gebildet ist.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einpressung in die Ausnehmungen oder Ring-Ausnehmung (12) eine Einrollung ist.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die abgelängte Stirnfläche (7) des Kolbens (1) konkav geformt, insbesondere kegelstumpfförmig ist.
5. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralbereich der Stirnfläche (7) im Bereich der dem Hohlkörper abgewandten Hälfte der Einpressung oder Einrollung liegt und der Rand der Stirnfläche (7) etwa in der dem Hohlkörper zugewandten Kante (19) der Einpressung bzw. Einrollung oder in einem äußeren Abstand (c) davon ausläuft.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (6) den Hohlraum (4) im wesentlichen ausfüllt und aus einem Material mit einem im Vergleich zum Material des Hohlkörpers geringeren spezifischen Gewicht, insbesondere Aluminium, besteht.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (6.1) durch einen geringer als die Länge (L) des Kolbenschaftes bzw. Hohlraums (4) bemessenes Kopfstück (22) gebildet ist, das innenseitig an einer Schulter (11.1) der Wand (11) anliegt oder einen

Hals (23) aufweist, der sich bis zum Grund (5) des Hohlraums (4) erstreckt und daran abgestützt ist.  
8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß er einen axialen sich durch das Einsatzstück (6, 6.1) erstreckenden 5 Schmierkanal (21) aufweist, der in der Oberfläche des Kopfes (3) des Kolbens (1) austritt.  
9. Kolben nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hals (23) mit einem verjüngten Abschnitt (26) in den Grund (5) des Hohlraums (4) 10 einfaßt und mit einer Schulter (27) am Grund (5) anliegt.  
10. Kolben nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Einpressung der Schmierkanal (21) im Querschnitt so groß bemessen ist, daß die verbleibende Wand (29) beim Einpressen einbiegt.

---

**Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen**

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

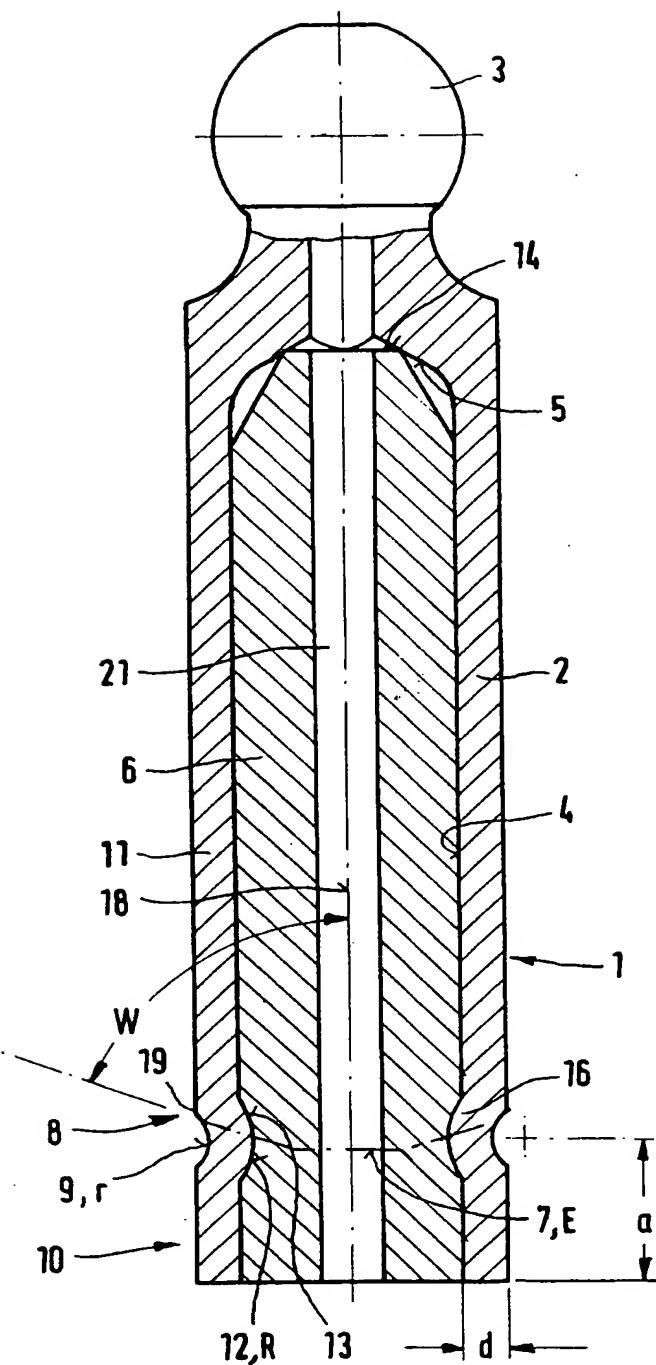


FIG. 1

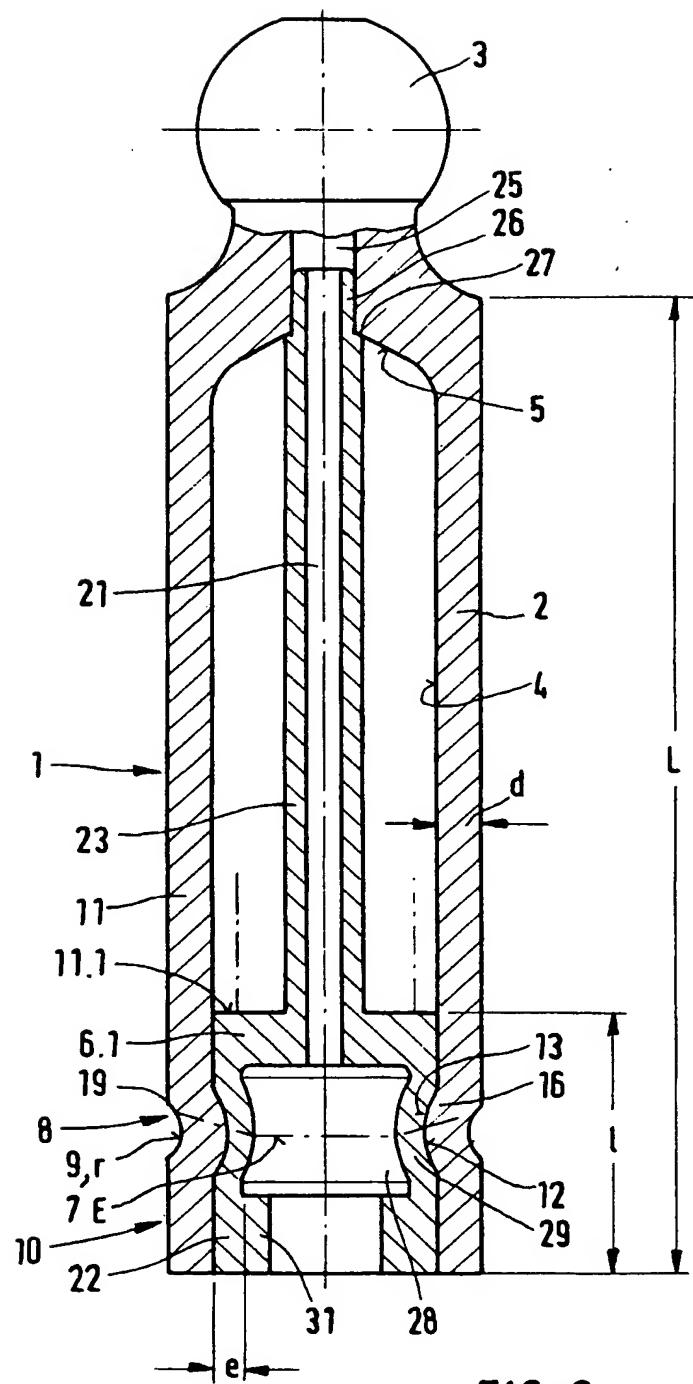
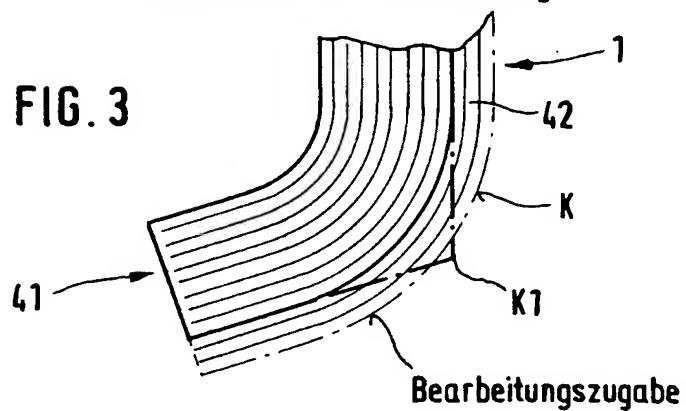


FIG. 2

Faserverlauf bei Umbördelung

FIG. 3



Faserverlauf bei Einrollung

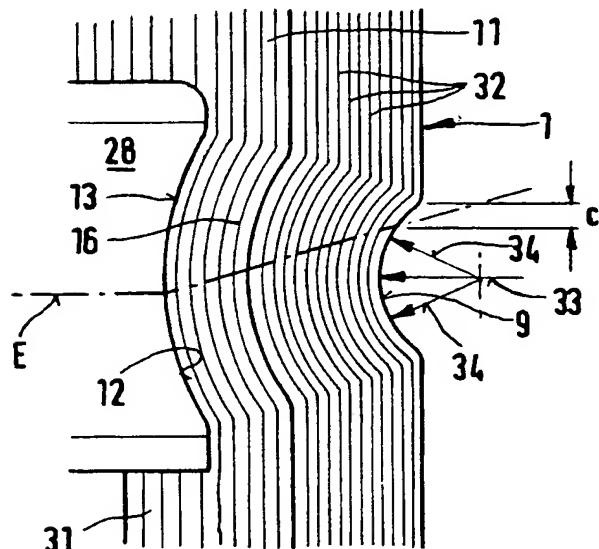


FIG. 4